Aus der Universitäts-Kinderpoliklinik in München
Damaliger Vorstand:
Geheimer Medizinalrat Prof. Dr. C. Seitz

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY OCT 21 1932

Das Blutbild der rachitischen Ratten bei Bestrahlung mit Ultraviolettlicht

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin verfasst und einer Hohen medizinischen Fakultät der
Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

NEWENA PETROWA
aus Pasardjik-Bulgarien

München 1929
Druck: Paul Denk, München, Johannisplatz 16

Gewidmet meiner
lieben Mutter

Die Rachitis hat, als weit verbreitete Krankheit, viele Autoren interessiert und Dank gründlicher Untersuchungen und zahlreicher Experimente ist man bis zu einem gewissen Grade besonders in der letzten Zeit zu einer Klarheit über ihre Aetiologie und Pathologie gelangt.

Es wird angenommen, daß ungeeignete Zusammensetzung der Nahrung, gewiße Stoffwechselstörungen, Mangel an Sonne, ungünstige Lebensbedingungen die wichtigsten Ursachen für die Entstehung der Rachitis sind. Die Vorstellung, daß künstlich ernährte Kinder mehr als Brustkinder zu dieser Erkrankung neigen, hat dazu geführt, als Ursache der Krankheit in erster Linie die Ernährung verantwortlich zu machen. Weiterhin kann man auch der Auffassung sein, daß mangelhafter Gehalt an Phosphor, Kalzium und an Vitaminen in der Nahrung für den wachsenden menschlichen und tierischen Organismus von Schaden sein müsse. Schon im Jahre 1860 hat Friedleben beobachtet, daß in den Knochen Rachitiskranker die Mineralsalze sehr vermindert sind. Ferner hat Voit nach Fütterung mit salzarmer Kost in den Knochen von kleinen Hunden Veränderungen beobachtet, die denjenigen am Knochen von Rachitikern entsprachen. Später haben Pappenheimer und Shipey nachweisen können, daß nicht der Mangel an Salzen überhaupt, sondern das Mengenverhältnis zwischen diesen Salzen bei der Rachitis geändert sei und daß eine kalkreiche, aber

phosphorarme Kost Rachitis am Versuchstiere erzeugen kann. Die wichtigsten und gründlichsten Untersuchungen in dieser Richtung haben Mc. Collum und seine Mitarbeiter vorgenommen. Bei seinen Experimenten an Ratten fand er, daß in 100 gr optimal zusammengesetzter Kost 0, 64 gr Kalzium und 0,4 gr Phosphor enthalten sei und daß die Korrelation zwischen beiden (Kalzium und Phosphor) sich wie 160 : 100 verhalte. Durch eine Aenderung dieser Korrelation im Sinne einer Senkung des Phosphorgehaltes, oder einer Erhöhung des Kalziumgehaltes, entstehen zwei Formen von rachitiserzeugender Kost: Eine Kalziumverminderungs- und eine Phosphatverminderungsform, von denen die zweite, d. h. jene, welche mit Senkung des Phosphorgehaltes der Nahrung einhergeht, für die Regelmässigkeit der Erzeugung des Krankheitsprozesses günstiger ist. Auf Grund dieser Experimente kam Mc. Collum zur Zusammensetzung einer Nahrung, die an Ratten mit Regelmässigkeit Rachitis erzeugte. Diese Rachitiskost, von vielen anderen Autoren nachgeprüft und erprobt, ist bekannt als Mc. Collum'sche Kostart 3143. Sie besteht aus 33% Mais, 33% Weizen, 15% Weizengluten, 15% Gelatine, 3% Kalziumcarbonat und 1% Natriumchlorid. Diese Nahrung enthält genug Kalorien, ihr Kalziumgehalt ist fast doppelt so groß (1,221%) als der Norm entspricht (0,64%). Ihr Phosphorgehalt beträgt 0,3019% anstatt 0,4%. Auch das rachitisverhütende Vitamin soll in der Versuchskost völlig fehlen.

Bei den unter dieser Kostart an Rachitis erkrankten Ratten erzielte Mc. Collum Besserung im Wachstum und längere Lebensdauer schon mit ganz kleinen Dosen von Lebertran (1%). Zugabe von Butterfett zur Nahrung, jedoch in viel größeren Mengen (10 bis 20%) übt auch dieselben Wirkungen wie der Lebertran aus und je höher der Kalkgehalt der Nahrung ist, desto kleiner wird der Unterschied zwischen Fett und Tran, sodaß bei einer Steigerung des Kalkgehaltes bis um 150% kein Unterschied in der Wirksamkeit mehr besteht. Nicht alle Fette haben aber diesen Erfolg: so beeinflussen z. B. das Olivenöl, das Maisöl und die weiteren anderen Pflanzenöle die Rachitis nicht. Man nimmt jetzt an, daß diese antirachitische Wirkung gewisser Fette und besonders des Leber-

trans auf den Gehalt derselben an Vitaminen beruht. Borne und Mendel haben als erste den Vitamingehalt des Lebertrans entdeckt. Nach Berg und Drumond ist er ein ungesättigter Alkohol mit einer Hydroxylgruppe. Die Vitamine finden sich in manchen Fischen, Vögeleiern und in verschiedenen Gemüsen, nicht aber im pflanzlichen Samen. Man hat weiter gefunden, daß Vitamine, von denen zwei Arten zu unterscheiden sind, in großen Mengen im ungereinigten Lebertran vorkommen. Ein wachstumförderndes Vitamin A und ein antirachitisches (Vitamin F bezw. E). Mc. Collum, Simons und Sipley konnten das Vitamin A mittels Durchleiten von Luft durch Lebertran bei gleichzeitigem Erhitzen auf 100° völlig zerstören und wirkungslos machen, wobei das Vitamin V ungestört bleibt und seine Wirkung weiter ausüben kann. Mc. Collum konnte die genannten beiden Vitamine auch von den anderen Teilen des Lebertrans abtrennen. Fehlen in der Nahrung diese so wichtigen Stoffe, so leidet der animalische Organismus und es treten eine Reihe von pathologischen Zuständen in Erscheinung. Die Ansicht aber, daß die Rachitis eine reine Avitaminose sei, ist in der letzten Zeit von vielen Forschern wieder bestritten worden. Für die Rachitisgenese werden heute in der Hauptsache zwei Anschauungen vertreten. Die wärmsten Unterstützer der Avitaminosetheorie sind Mc. Collum und Pappenheimer, die die Ursache für die Entstehung der Rachitis in einem ungeregelten Verhältnis des Kalzium- und Phosphorgehaltes der Nahrung und einem damit verbundenen Fehlen des fettlöslichen antirachitischen Faktors erblicken. Derselben Ansicht sind auch viele englische Forscher. Die Gegner dieser Meinung möchten die Wirkung des Antirachiticums nicht unmittelbar in seinem Vitamingehalte erkennen, sondern in der Entstehung gewisser Hilfsstoffe von Seiten der Zelle selbst. Hess und Findley bezeichnen als wichtige Faktoren den Lichtmangel, die Domestikation u. a. Grundsätzlich gleicher Ansicht ist auch Zucker, der die Wirkung des Lebertrans auf rein chemischer Basis erkennen will.

Von wesentlicher Bedeutung für die Entstehung der Rachitis ist das Sonnenlicht. Die große Verbreitung der Krankheit gerade

bei solchen Kindern, die in dunklen unhygienischen Wohnungen und sonnenarmen Gegenden aufwachsen, weist darauf hin, daß das Sonnenlicht zum mindesten eine gewisse antirachitische Wirksamkeit besitzt. Man hat festgestellt, daß in den Tropen, wo die Sonnenbestrahlung viel intensiver ist als in der gemäßigten Zone, Rachitis fast fehlt, oder doch nur selten vorkommt. Die heilende Wirkung des Sonnenlichtes war schon im Altertum bekannt und schon damals ist das Sonnenlicht zur Bekämpfung verschiedener Krankheiten angewandt worden, so z. B. zur Bekämpfung der Scrophulose. Die therapeutische Wirkung des Sonnenlichtes hat ihre Erklärung gefunden, nachdem man entdeckt hat, daß die Heilkraft sich im Sonnenspektrum in den ultravioletten Strahlen findet. Man ist dazu übergegangen, die wirksamen ultravioletten Strahlen künstlich zu erzeugen. Der erste auf diesem Gebiete war Huldschinsky, auf dessen Anregung hin die künstliche Höhensonne hergestellt wurde. Die durch die Quecksilberquarzlampe künstlich hergestellten ultravioletten Strahlen haben überraschend günstig auf die Rachitis eingewirkt. Welchem Wellenbereich des Lichtspektrums aber diese antirachitische Wirkung zukommt, ist noch viel umstritten. So sollen sich nach Huldschinsky selbst die wirksamen Strahlen von 290 mm an nach aussen im Spektrum finden. Er findet keine Wirkung bei ultravioletter Bestrahlung rachitischer Kinder, wenn das Licht durch Uvialglas geht, durch welches die Strahlen von 290 mm und darüber hinaus abgehalten werden. Schultzer und Sonne fanden keine geringere Wirkung dieser Strahlen beim Durchgang durch Uvialglas, jedoch bestand eine geringere Wirkung beim Durchgang durch Chininsulfat, wobei als wirksame Strahlen diejenigen zwischen 400 mm und 300 mm blieben. Nach Hausser und Vahle sind die erythembildenden und heilenden Strahlen erst unterhalb 302 mm zu finden. Ihr Maximum liegt zwischen 302 mm und 289 mm. Auch Hess fand bei seinen Untersuchungen, die er hauptsächlich mit der Quecksilberquarzlampe ausführte, daß die Schutz- und Heilstrahlen bei der Rachitis erst unterhalb einer Wellenlänge von 334 mm sich finden und die Strahlen bis 289 mm im Stande sind, die Rattenrachitis zu verhindern. Mit Hilfe von Filtern konnte man leicht die Aktivität jeder einzelnen Linie im Spektrum nachprüfen;

mit ihrem Spektralapparat, mit Quarzprismen und Quarzlinsen, die kräftige ultraviolette Linien gaben, konnten Sonne und Rekling die Heilkraft der Spektrallinien nacheinander feststellen und sie fanden, daß die Linien zwischen 302 mm und 297 mm am wirksamsten sind, 280 mm, 265 mm, 253 mm auch rachitis projektive Eigenschaften haben, unter 248 mm und 240 mm schon geringere Wirkung ausüben, dagegen Strahlen von 313 mm gar keine Wirkung haben. Auf Grund dieser Prüfungen sieht man, daß die Strahlen von 300 mm und darunter am besten auf die Rachitis wirken. Man hat viel über die Ursache dieser Heilkraft des Lichtes nachgedacht. So geht Sonne von den Krankheiten aus, welche die Sonne günstig beeinflußt, um damit eine Erklärung dieser Kraft zu finden. Er stellte bei bestrahlten rachitischen Kindern, wie auch bei experimentell rachitischen Ratten eine Vermehrung des Phosphores und des Kalkes unter Lichtwirkung im Blutserum fest. Nach seiner Meinung, die auch von Schultzer geteilt wird, erhält der Organismus die Fähigkeit durch die Bestrahlung, Salzgehalte der Nahrung in viel größerer Menge auszunützen. Auch die bakterientötende Wirkung des Lichtes sowie die Erythembildung der Haut soll auf rein mechanischem Wege zur Entstehung kommen. So erklärt er z. B. die Blutdrucksenkung bei Bestrahlung durch Gefässerweiterung und dadurch bewirkte Verlangsamung der Blutzirkulation. Die positive Wirkung des künstlichen Sonnenlichtes wird nicht nur durch die ultravioletten Strahlen ausgeübt, sondern durch eine Mischung dieser mit den wärmebildenden Strahlen, was er durch folgendes Beispiel zeigen möchte: Wenn Licht durch eine Sammellinse aus Eis hindurchgeht, schmilzt das Eis nicht, weil die Strahlen nicht absorbiert werden: wenn aber ein schwarzes Papier in den Brennpunkt der Linse sich befindet, wird es die Strahlen resorbieren und wird brennen; d. h. die wärmebildenden Strahlen sind durch die durchsichtige Linse unresorbiert hindurchgegangen und üben ihre Energie erst hinter der Linse im Brennpunkt aus. So sollen auch die leuchtenden Strahlen durch die durchsichtige Schicht der Haut hindurchgehen und erst in der tieferen, blutgefässführenden Schicht ihre Wärme abgeben. Goldblatt nimmt an, daß durch Bestrahlung der Mangel an antirachitischem Faktor ausgeglichen wird, daß derselbe jedoch

keinen Ersatz für dieses Vitamin darstellt. Nach der Annahme von Freudenberg und György, daß für die mangelhafte Ossifikation bei der Rachitis die Acidität im Blute verantwortlich ist, soll das Ultraviolettlicht durch die Einwirkung auf dem Wege über die Hormone eine Stoffwechselbeschleunigung erzeugen. In der Wirkung des Ultraviolettlichtes findet Takagi eine Aehnlichkeit mit der dynamischen Vitaminwirkung. Die dynamische Wirkung, die nicht nur von Vitaminen und Licht, sondern auch von Hormonen ausgehen kann, beeinflußt die Intensität des Stoffwechsels im Organismus und bestimmt die Richtung dieses Umsatzes und der Zellleistung. Darnach glaubt er, daß durch eine mässige Bestrahlung eine Kompensation, durch eine stärkere Bestrahlung umgekehrt eine Verstärkung der avitaminösen Störungen hervorgerufen werden können. Er fand bei seinen Experimenten, welche er an erwachsenen Ratten, die an Avitaminose litten, vornahm, daß bei Bestrahlung im Organimus eine starke Fettwanderung sich herausgebildet hat, daß das Blut reich an Fett war. Da die Strahlen direkt auf die Körperoberfläche fallen, muß man annehmen, daß in der Haut die hauptsächlichsten Prozesse sich abspielen. Was aber in Wirklichkeit geschieht, ist nicht geklärt. Eckstein und Möllendorf nehmen an, daß durch Bestrahlung eine Leistungssteigerung der Haut bewirkt wird, durch den Gewebszerfall in derselben Abbauprodukte entstehen, welche ihrerseits eine heilende Wirkung ausüben. Pinkussen ist der Meinung, daß das Licht die Zellen zerstört und aus ihnen Permente entstehen, die heilend auf den Organismus wirken.

Es gibt noch viele und verschiedene Meinungen darüber, auf welche Weise die Bestrahlung eine Heilkraft ausübt. Die am meisten plausible ist die, daß die Strahlen von der obersten Schicht der Haut absorbiert werden und ihre Wirkung darin besteht, daß dort organische Substanzen zersetzt und neue Stoffe gebildet werden. Diese werden vom Blute aufgenommen und in das Innere des Organismus transportiert. Die aktivierbaren Substanzen der tierischen Haut sind wohl die Cholesterine. Diese gehören zu den einwertigen aromatischen Alkoholen von der Formel C^{27} H^{45} OH.

Ihre farblosen rhombischen Kristalle sind im Wasser unlöslich, in Alkohol, Aether und Chloroform aber löslich. Bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen sinkt ihr Schmelzpunkt, die Farbe wird leicht geändert. Bei längerer Bestrahlung bis zu 24 Stunden wird seine Farbe gelblich, sein Schmelzpunkt sinkt auf 134°. Nach Hess wirkt kurzdauernde Bestrahlung auf Cholesterine im Sinne einer antirachitischen Aktivierung. Die Temperatur ist von Bedeutung für die Aktivität des bestrahlten Cholesterins: Beim Erhitzen von 150° bis 200° werden die bestrahlten Cholesterine inaktiviert, wiederholte Bestrahlung aber macht sie wieder aktiv. Nach Hess kann das bestrahlte Cholesterin die Aktivität noch lange behalten, wenn es in Oel aufbewahrt wird. Auf dieser Aktivität des Cholesterins soll die heilende Wirkung der bestrahlten Oele und bestrahlten Nahrung liegen. Hume und Schmidt prüften die Wirkung des Lichtes an experimentell rachitischen Ratten und waren überrascht, daß auch die unbestrahlten Tiere, die später in Berührung mit den bestrahlten Tieren kamen, von Rachitis ausheilten. Später erkannten sie, daß die spontane Heilung der unbestrahlten Tiere dadurch entstanden war, daß sie bestrahltes Holzmehl, das im Versuchskäfig den Bodenbelag bildete, gefressen haben. Steenbock und Hess haben dasselbe nachgewiesen: Durch tägliche Gabe von 0,1 gr bestrahlten Baumwollsamenöl erzielten sie an rachitischen Ratten Fortschritte in der Ossifikation und im Wachstum. So kann man heute mit ultravioletten Strahlen verschiedene Substanzen, wie Oele, Fette, Eigelb, Lebertran u. a. vorbehandeln, durch das entstandene antirachitische Cholesterin rachitische Kinder, wie auch experimentell rachitische Ratten heilen. Sogar die rachitiserzeugende Kost Mc. Collum's bekommt bei Bestrahlung antirachitische Wirkung. Die Bestrahlung der Oele ist in ganz dünnen Schichten auf Petrischalen auszuführen. So bestrahlte Oele bekommen lebertranähnlichen Geruch, werden deswegen als „jecorisiert" bezeichnet und verlieren ihre Aktivität in Zimmertemperatur bis zu 24 Stunden nicht. Ebenso werden sie auch im Vacuum bis zu 95° nicht geschädigt.

Ueber die Pathologie der Rachitis sind verschiedene Hypothesen entstanden. So nimmt man an, daß die im Wachstum befindlichen Knochen des Rachitikers an einer Demineralisierung leiden, weswegen sie so weich und biegsam seien. Bei Röntgendurchleuchtung sieht man die Epiphysen getrennt und weit von der Metaphyse stehend; mikroskopisch zeigt sich die Linie der Ossifikation, die bei den Gesunden gerade ist, bei Rachitikern unregelmässig und verwaschen. Kassowitz ist der Ansicht, daß gewisse entzündliche Prozesse die Ossifikation und Kalkaufnahme des Osteoidgewebes verhindern. Andere finden, daß durch die abnorme Aktivität des Blutes und der Gewebssäfte eine Entkalkung dieser Gewebe entsteht. Das Wahrscheinlichste aber ist, daß Rachitis auf Grund einer Erkrankung des Gesamtorganismus und gewisser Stoffwechselstörungen entsteht. Um zu diesem Resultate zu gelangen, hat man mit Ratten experimentiert, welche sich wegen ihrer großen Anspruchslosigkeit am besten dafür eigneten. Es hat sich gezeigt, daß verschiedene Rattenstämme verschieden gegen Rachitis verhielten. Ob diese durch rachitische Kost Collums erzeugende Krankheit wirklich Rachitis oder Osteoporosis ist, ist viel umstritten worden. Viele deutsche und amerikanische Untersucher sind der Ansicht, daß die künstlich erzeugte Rachitis identisch mit der Kinderrachitis ist. Bei Mangel an Bewegung, an Licht, Fehlen des antirachitischen Faktors gehaltene Ratten werden rachitisch und die Experimente mit diesen sind besonders wichtig für die Heilung der englischen Krankheit. Der Heilerfolg durch bestrahlte Nahrung und direkte Bestrahlung des Körpers ist vermutlich nicht gleich. Diese Verschiedenheit kann man unter anderem im Blutbilde finden. Unter der Voraussetzung des Umstandes, daß die experimentelle Ratten-Rachitis der spontanen Rachitis des Menschen grundsätzlich gleichzustellen ist, werden zur Zeit an der Universitätspoliklinik München Untersuchungen darüber angestellt, welche Krankheitszeichen der Organismus von rachitischen Albinoratten aufweist. Diese werden für die Dauer des Versuches mit rachitiserzeugender Kost nach Mc. Collum 3143 ernährt und es wird festgestellt, welche Krankheitszeichen am Organimus des Versuchstieres auftreten und welche Heilwirkung bei verschiedenen antirachitischen Maßnahmen zu be-

achten sind. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Untersuchungen darüber, ob die in Begleitung der experimentellen Rattenrachitis mit Regelmässigkeit auftretende Erscheinung des Auftretens pathologischer Jugendformen im weißen Blutbilde durch Bestrahlung der Versuchstiere mit künstlicher Höhensonne beeinflußt werden kann. Maurer hat früher (1926) bereits darüber berichtet, daß er im Blutbild junger Albinoratten nach mehrwöchiger Fütterung mit der Versuchskost nach Mc. Collum regelmässig feststellen konnte, daß sich in den durch Schwanzvenenpunktion gewonnenen Abstrichen stets Myelocyten und Normoblasten finden. An der Zahl der weiteren, am gleichen Institute vorgenommenen Versuche sei hier nur jene von Mustakoff erwähnt, der die Beobachtung von Maurer über das Vorkommen pathologischer Zellformen bestätigt und feststellen konnte, daß durch Lebertrangaben zur Versuchskost das Auftreten von Myelocyten und Normoblasten verhütet werden kann. Hier sei über den Ausfall einer Untersuchungsreihe berichtet, welche zu den Feststellungen beitragen soll, ob Höhensonnenbestrahlung der Versuchstiere das Auftreten pathologischer Blutzellformen zu verhindern vermag. Zu diesem Zwecke wurde an zwei Stämmen von Albinoratten für die Dauer von 6 Wochen die genannte Versuchskost von Mc. Collum verfüttert. Die Tiere erkrankten in der typischen Weise, indem ihr Gewichtswachstum hinter der Norm zurückblieb. Das Fell der Tiere erschien struppig und bekam leicht grauen Farbton. Die allgemeine Lebhaftigkeit blieb hinter der der Normaltiere zurück. Der Gang der Versuchstiere war unsicher und schwankend. Ein wesentlicher Unterschied zwischen bestrahlten Rachitistieren und einigen Tieren aus den gleichen Würfen von Albinoratten, welche unbestrahlt blieben, trat nicht zu Tage. Von den bestrahlten Versuchstieren wurde ein Teil täglich auf die Dauer von 5 Minuten, andere von 30 Minuten der Höhensonnenwirkung im Lampenabstande von 80 cm ausgesetzt, um durch eine solche Differenz eine etwaige Verschiedenheit in der Wirkungsintensität verschieden langer Bestrahlungen zu erkennen. Der Ausfall der Blutuntersuchungen geht aus der folgenden Tabelle hervor. Sie zeigt, daß Myeocyten sowohl bei bestrahlten, als auch bei den unbestrahlten Versuchstieren auftraten,

daß also weder durch die Bestrahlung von täglich 5 Minuten Dauer, noch durch solche von 30 Minuten Dauer das Erscheinen von pathologischen Zellformen des weißen Blutbildes unterbunden werden konnte. Das sonst mit Regelmässigkeit beobachtete Auftreten von Normoblasten unterblieb in diesem Falle entgegen dem Ergebnisse zahlreicher früherer Untersuchungen an gleicher Stelle. Vielleicht ist dafür als Ursache anzunehmen, daß die rachitischen Manifestationen auch an unseren Versuchstieren diesmal in wesentlich schwächerem Grade, als sonst der Fall war, zu beobachten waren. Jedenfalls brachte aber, wie Maurer schon gezeigt hat, die Arbeit einen Hinweis darauf, daß pathologische Zellformen des weißen Blutbildes auch dann zur Beobachtung kommen, wenn zugleich mit der Fütterung mit rachitischer Kost, ein antirachitischer Schutz durch Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne in Anwendung gebracht wird.

Zahl des Vorkommens von Myelocyten auf 1000 weisse Zellen im Blutbilde von Albinoratten während Fütterung mit rachitiserzeugender Diät nach Mc. Collum Nr. 3143.

(Mittelwerte für je 4 Versuchstiere)

	Nicht bestrahlte Tiere	Tägl. 5′ bestrahlte Tiere	Tägl. 30′ bestrahlte Tiere
II. Vers. Woche	1	0	3
III. Vers. Woche	1	2	2
IV. Vers. Woche	2	1	1
V. Vers. Woche	2	1	2
VI. Vers. Woche	0	1	2

Es sei mir gestattet, Herrn Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Carl Seitz für die liebenswürdige Uebernahme des Referates, Herrn Oberarzt Dr. Maurer für die freundliche Ueberlassung des Themas und Durchsicht der Arbeit ergebenst zu danken.

Literatur.

Eigin und Rekling: Untersuchungen über die Wirkungsart des Lichtes bei experimenteller Rattenrachitis. Strahlentherapie Bd. 25, 1927.

Collum Mc. und Dawis: Observation on the isolation of the Substance in butter-fat wilch exerts a Stimulating influence on growth. Journal of Biol. chem. Bd. 19, 1914.

Ikutaro und Takagi: Ueber die Durchlässigkeit ungefärbter Gläser für ultraviolette Strahlen in ihrer hygienischen Bedeutung. Strahlentherapie Bd. 27, Jahrg. 1927.

Sonne: Physik. und therapeut. Wirkungen der künstlichen Lichter Strahlentherapie Bd. 2. Jahrg., 1924.

Simonds, Shipley, Park: Studies on exper. Dent. cosmos. Bd. 64, 1922.

Lebenslauf.

Newena Petrowa, geboren am 15. Januar 1903 zu Pasardjik in Bulgarien, Tochter des Brigadekommandeurs Michael Petroff. Nach der Volksschule besuchte ich das Realgymnasium Philippopel Bulgarien. Im Juni 1922 machte ich die Reifeprüfung, im November 1922 kam ich nach Deutschland. Ein Semester studierte ich an der Universität Leipzig, die übrigen an der Universität München. Das Physikum bestand ich im S. S. 1925 in München.